



UN TEMA DI MAKE TO INSPIRE:
MANOMETRO ANALOGICO
A MAKE TO INSPIRE THEME:
ANALOG PRESSURE GAUGE

Anilkumar Jha

12.

UN TEMA DI MAKE TO INSPIRE: MANOMETRO ANALOGICO *di Anilkumar Jha* A MAKE TO INSPIRE THEME: ANALOG PRESSURE GAUGE *by Anilkumar Jha*



1 THE ANALOG PRESSURE GAUGE

Analog pressure gauges have been the workhorses of industrial pressure measurement for decades & possess a long history of providing quick & reliable pressure readings. These gauges utilize mechanical components to translate pressure into a readable display. Their reliability & straightforward operation have made them essential tools in various industries.

1.1 ORIGIN OF THE ANALOG PRESSURE GAUGE

The precise origin of the analog pressure gauge is not definitively documented, but here's a general overview of its evolution:

EARLY OBSERVATION	PIONEERING INSTRUMENTS (16TH CENTURY)	BOYLE'S LAW (17TH CENTURY)	BOURDON TUBE (18TH CENTURY)	FURTHER REFINEMENTS AND COMMERCIALIZATION (19TH AND 20TH CENTURIES)
<p>The concept of pressure and its effects on materials and fluids had been observed for centuries. Ancient civilisations, such as the Greeks and Romans, had rudimentary knowledge of pressure through their experiences with pumps, water clocks, and other hydraulic devices.</p>	<p>The invention of the barometer by Evangelista Torricelli in 1643 marked a significant milestone in the measurement of atmospheric pressure. Torricelli's mercury barometer demonstrated the principle of using a column of liquid to measure pressure.</p>	<p>Scientists like Robert Boyle made significant contributions through Boyle's law, which describes the inverse relationship between the pressure and volume of a gas at a constant temperature, laid the groundwork for the development of pressure-measuring devices.</p>	<p>The Bourdon tube, invented by Eugène Bourdon in 1849, revolutionized pressure measurement. This curved tube, typically made of metal, deforms when subjected to pressure changes. The movement of the tube is then mechanically linked to a pointer on a dial, providing a visual indication of pressure. The Bourdon tube became the basis for many analog pressure gauges still in use today.</p>	<p>Throughout the 19th and 20th centuries, advancements in materials, manufacturing techniques, and calibration methods led to further refinements of analog pressure gauges. These devices became increasingly accurate, reliable, and versatile, leading to widespread commercialization and adoption across various industries.</p>

1 MANOMETRO ANALOGICO

I manometri analogici sono stati per decenni i cavalli di battaglia della misurazione della pressione industriale e possiedono una lunga storia di letture rapide e affidabili della pressione. Questi manometri utilizzano componenti meccanici per tradurre la pressione in un display leggibile. La loro affidabilità e semplicità di funzionamento li ha resi strumenti essenziali in diversi settori industriali.

1.1 ORIGINE DEL MANOMETRO ANALOGICO

L'origine precisa del manometro analogico non è documentata in modo definitivo, ma ecco una panoramica generale della sua evoluzione:

OSSERVAZIONI INIZIALI	STRUMENTI PIONERISTICI (16° SECOLO)	LEGGE DI BOYLE (17° SECOLO)	TUBO DI BOURDON (18° SECOLO)	ULTERIORI PERFEZIONAMENTI E COMMERCIALIZZAZIONE (19° E 20° SECOLO)
<p><i>Il concetto di pressione e i suoi effetti su materiali e fluidi sono stati osservati per secoli. Le civiltà antiche, come i Greci e i Romani, avevano una conoscenza rudimentale della pressione grazie alle loro esperienze con pompe, orologi ad acqua e altri dispositivi idraulici.</i></p>	<p><i>L'invenzione del barometro da parte di Evangelista Torricelli nel 1643 ha segnato una tappa importante nella misurazione della pressione atmosferica. Il barometro a mercurio di Torricelli dimostrò il principio dell'utilizzo di una colonna di liquido per misurare la pressione.</i></p>	<p><i>Scienziati come Robert Boyle hanno dato un contributo significativo grazie alla legge di Boyle, che descrive la relazione inversa tra pressione e il volume di un gas a temperatura costante, ponendo le basi per lo sviluppo di dispositivi per la misurazione della pressione.</i></p>	<p><i>Il tubo di Bourdon, inventato dall'orologiaio francese Eugène Bourdon nel 1849, ha rivoluzionato la misurazione della pressione. Questo tubo curvo, tipicamente in metallo, si deforma quando viene sottoposto a variazioni di pressione. Il movimento del tubo viene quindi collegato meccanicamente a una lancetta su un quadrante, fornendo un'indicazione visiva della pressione. Il design del tubo di Bourdon è diventato la base di molti manometri analogici ancora in uso oggi.</i></p>	<p><i>Nel corso del 19° e 20° secolo, i progressi nei materiali, nelle tecniche di produzione e nei metodi di calibrazione hanno portato a un ulteriore perfezionamento dei manometri analogici. Questi dispositivi sono diventati sempre più precisi, affidabili e versatili, portando a una commercializzazione e a un'adozione diffuse in vari settori.</i></p>

Since its inception, a pressure gauge is a tool that offers the most direct way of measuring & displaying, however, during the industrial revolution in the 19th century, there was a surge in the need for accurate pressure measurement in various industrial processes. It is very difficult to grasp in today's world of a rapidly changing environment, but from the point of the basic principle upon which the analog gauge operates, it has remained the same.

1.2 ADVANCEMENT OF THE ANALOG PRESSURE GAUGE

There are various advancements that have been made over time, in technology, materials & manufacturing processes, also addressing some of the above challenges faced with early analog pressure gauges summarized below:

- **Improved Accuracy & Calibration:** manufacturers developed better techniques for calibrating gauges to ensure they provided more precise readings.
- **Enhanced Dial Design,** clearer markings, larger dials made it easier to read pressure values accurately.
- **Innovative Materials** such as stainless steel & other alloys, improved the durability & resistance of gauges to corrosion & environmental factors,

Fin dall'inizio, un manometro è uno strumento che offre il modo più diretto di misurare e visualizzare, ma durante la rivoluzione industriale del 19° secolo, c'è stata un'impennata nella necessità di misurare accuratamente la pressione in vari processi industriali. È molto difficile da comprendere nel mondo di oggi, caratterizzato da un ambiente in rapida evoluzione, ma il principio di base del funzionamento dei manometri analogici è rimasto invariato.

1.2 PROGRESSI DEL MISURATORE DI PRESSIONE ANALOGICO

Nel corso del tempo sono stati compiuti diversi progressi nella tecnologia, nei materiali e nei processi di produzione, che hanno permesso di risolvere alcune delle sfide affrontate dai primi manometri analogici, riassunte di seguito:

- *Miglioramento dell'accuratezza e della calibrazione: i produttori svilupparono tecniche migliori per la calibrazione dei misuratori al fine di garantire letture più precise.*
- *Miglioramento del design del quadrante, marcature più chiare, quadranti più grandi che facilitano la lettura accurata dei valori di pressione.*
- *Materiali innovativi, come l'acciaio inossidabile e altre leghe, hanno migliorato la durata e la resistenza dei calibri alla corrosione e ai fattori ambientali,*

which allowed them for wider applications.

- **Specialized analog pressure gauges were developed to address specific needs.** For example, gauges filled with glycerin dials were introduced to dampen pointer oscillations in applications with high vibration.

1.3 CHALLENGES

However, despite their reliability, analog gauges have certain limitations:

- **Physical Connections:** requiring physical connections to measure pressure.
- **Inadequate Remote Monitoring:** challenging to access real-time data from a distance.
- **Human Errors:** reading & recording measurements manually can lead to human errors.

2 EVOLVING: WIRELESS (THE SMART PRESSURE GAUGE)

2.1 EVOLUTION

The development of wireless (SMART) pressure gauges is a more recent advancement compared to traditional analog gauges and evolved as below:

consentendo loro di avere applicazioni più ampie.

- *Sono stati sviluppati manometri analogici specializzati per rispondere ad esigenze specifiche. Ad esempio, sono stati introdotti manometri riempiti con quadranti di glicerina per smorzare le oscillazioni della lancetta nelle applicazioni con elevate vibrazioni.*

1.3 LE SFIDE

Tuttavia, nonostante la loro affidabilità, i misuratori analogici presentano alcuni limiti:

- *Connessioni fisiche: richiedono connessioni fisiche per misurare la pressione.*
- *Monitoraggio remoto inadeguato: è difficile accedere ai dati in tempo reale a distanza.*
- *Errori umani: La lettura e la registrazione manuale delle misure può portare ad errori umani.*

2 IN EVOLUZIONE: WIRELESS (MANOMETRO SMART)

2.1 EVOLUZIONE

Lo sviluppo di manometri wireless (SMART) è un progresso più recente rispetto ai tradizionali manometri analogici e si è evoluto come di seguito indicato:

- **Wireless communication technologies emergence: Radio frequency (RF) & Bluetooth**, was established in the late 19th & early 20th centuries by inventors like Guglielmo Marconi & Nikola Tesla.
- **Advancements in Sensor Technology:** particularly in pressure sensing elements, sensors became smaller, more accurate & more energy-efficient, making them suitable for wireless applications.
- **Emergence of Industrial IoT (Internet of Things)** involves connecting physical devices to the internet to collect & exchange data, gained prominence in the early 21st century & focuses on applying IoT technologies to industrial processes & systems.
- **With the convergence of wireless communication technologies & advanced sensors**, manufacturers began to develop wireless pressure gauges, utilize wireless protocols such as Wi-Fi, Bluetooth or proprietary protocols to transmit pressure data wirelessly to monitoring systems or handheld device.

- *L'emergere delle tecnologie di comunicazione wireless: La radiofrequenza (RF) & il Bluetooth sono stati creati alla fine del 19° e all'inizio del 20° secolo da inventori come Guglielmo Marconi & Nikola Tesla.*
- *Progressi nella tecnologia dei sensori: in particolare negli elementi di rilevamento della pressione, i sensori sono diventati più piccoli, più precisi e più efficienti dal punto di vista energetico, rendendoli adatti alle applicazioni wireless.*
- *L'emergere dell'IoT industriale (Internet of Things) comporta la connessione di dispositivi fisici a Internet per la raccolta e lo scambio di dati; ha acquisito importanza all'inizio del 21° secolo e si concentra sull'applicazione delle tecnologie IoT ai processi e ai sistemi industriali.*
- *Con la convergenza delle tecnologie di comunicazione wireless e dei sensori avanzati, i produttori hanno iniziato a sviluppare manometri wireless, che utilizzano protocolli wireless come Wi-Fi, Bluetooth o protocolli proprietari per trasmettere i dati di pressione in modalità wireless ai sistemi di monitoraggio o ai dispositivi portatili.*

2.2 BENEFITS

The introduction of wireless air pressure gauges manifests a revolutionary step in pressure measurement, integrate modern technology to overcome the limitations of their analog predecessors & offer benefits as:

- Allowing access real-time readings from a distance wirelessly & advantageous for hazardous areas.
- Enhanced accuracy & precision compared to analog gauges with consistent measurements.
- Improved productivity, elimination of manual recording saves time and reduces potential errors.
- In the era of Industry 4.0, gauges seamlessly integrate with (IoT) platforms. Predictive maintenance, data analytics & process optimization offer savings & improved performance.

Wireless pressure gauges find applications in various industries, including manufacturing & oil & gas, pharmaceuticals, & utilities and for monitoring pressure in pipelines, tanks, vessels & HVAC systems.

2.2 BENEFICI

L'introduzione dei manometri wireless rappresenta un passo rivoluzionario nella misurazione della pressione, in quanto integrano la tecnologia moderna per superare le limitazioni dei loro predecessori analogici e offrono vantaggi quali:

- *Permette di accedere alle letture in tempo reale in modalità wireless a distanza, vantaggiosa per le aree pericolose.*
- *Maggiore accuratezza e precisione rispetto ai misuratori analogici con misurazioni costanti.*
- *Miglioramento della produttività, perché con l'eliminazione della registrazione manuale si risparmia tempo e si riducono i potenziali errori.*
- *Nell'era dell'Industria 4.0, i misuratori si integrano perfettamente con le piattaforme (IoT). La manutenzione predittiva, l'analisi dei dati e l'ottimizzazione dei processi offrono risparmi e migliori prestazioni.*

I manometri wireless trovano applicazione in diversi settori, tra cui quello manifatturiero, petrolifero e del gas, farmaceutico e dei servizi pubblici, e per il monitoraggio della pressione in condotte, serbatoi, navi e sistemi HVAC.

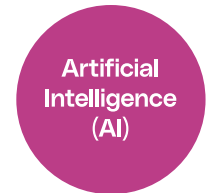
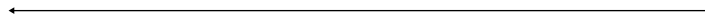
3 THE FUTURE: PRESSURE GAUGES WITH AI & SUSTAINABILITY

As the world is evolving with the continuous adoption of new technologies, manifesting AI with sustainability consideration will provide a competitive edge & next generation experience supporting the environment.

3.1 AI APPLICATION IN PRESSURE GAUGES

As of update in January 2024, the direct integration of artificial intelligence (AI) into pressure gauges is not widely implemented or commercially available. However, AI could be applied potentially in pressure gauges in the following ways:

- **Predictive Maintenance:** AI algorithms can analyze historical pressure data to predict when a pressure gauge is likely to fail or require maintenance and can help prevent costly downtime & unplanned maintenance



3 IL FUTURO: MISURATORI DI PRESSIONE CON AI & LA SOSTENIBILITÀ

Dato che il mondo si sta evolvendo con l'adozione continua di nuove tecnologie, la manifestazione dell'AI all'insegna della sostenibilità fornirà un vantaggio competitivo & esperienze alla prossima generazione a sostegno dell'ambiente.

3.1 APPLICAZIONI 'AI' NEI MANOMETRI

All'aggiornamento del gennaio 2024, l'integrazione diretta dell'intelligenza artificiale (AI) nei manometri non è ancora ampiamente implementata o disponibile in commercio. Tuttavia, l'intelligenza artificiale potrebbe essere applicata ai manometri nei seguenti modi:

- *Manutenzione predittiva: Gli algoritmi di intelligenza artificiale sono in grado di analizzare i dati storici sulla pressione per prevedere quando un manometro potrebbe guastarsi o richiedere manutenzione e possono aiutare a prevenire costosi tempi di inattività e manutenzione non pianificata,*

by alerting operators to potential issues before they occur.

- **Anomaly Detection:** AI algorithms can continuously monitor pressure readings from gauges & identify abnormal patterns or deviations from expected behavior & enables early detection of anomalies.
- **Optimization & Control:** AI can optimize the operation of pressure systems by analyzing real-time data from pressure gauges & adjusting control parameters accordingly which help to improve efficiency.
- **Data Fusion & Integration:** AI can integrate data from pressure gauges with data from other sensors & systems, such as temperature sensors, flow meters, & control systems, which provide a more comprehensive understanding of system dynamics & facilitate better decision-making.
- **Adaptive Calibration:** AI algorithms can adaptively calibrate pressure gauges based on environmental conditions, operating parameters, & historical performance data. This ensures that pressure readings remain accurate & reliable over time, even in challenging or dynamic operating environments.

avvisando gli operatori di potenziali problemi prima che si verifichino.

- *Rilevamento delle anomalie: Gli algoritmi di intelligenza artificiale sono in grado di monitorare continuamente le letture della pressione dai manometri e di identificare modelli anomali o deviazioni dal comportamento previsto, consentendo di rilevare tempestivamente le anomalie.*
- *Ottimizzazione e controllo: L'intelligenza artificiale è in grado di ottimizzare il funzionamento dei sistemi a pressione analizzando i dati in tempo reale dei manometri e regolando di conseguenza i parametri di controllo che contribuiscono a migliorare l'efficienza.*
- *Fusione & Integrazione dei dati: L'intelligenza artificiale può integrare i dati dei manometri con quelli di altri sensori & sistemi, come i sensori di temperatura, i misuratori di portata & i sistemi di controllo, che forniscono una comprensione più completa delle dinamiche del sistema e facilitano un migliore processo decisionale.*
- *Calibrazione adattiva: Gli algoritmi di intelligenza artificiale possono calibrare in modo adattivo i manometri in base alle condizioni ambientali, ai parametri operativi e ai dati storici sulle prestazioni. Ciò garantisce che le letture della pressione rimangano accurate e affidabili nel tempo, anche in ambienti operativi difficili o dinamici.*

- **Fault Diagnosis & Root Cause Analysis:** AI-powered pressure gauges can diagnose faults & identify root causes of issues by analyzing pressure data in conjunction with other relevant data sources, which helps streamline troubleshooting & maintenance efforts for faster resolution of problems.
- **Self-Learning Systems:** incorporate machine learning techniques to continuously improve their performance & adapt to changing operating conditions from past experiences & feedback, these systems can become more effective at detecting anomalies & predicting failures.

3.2 SUSTAINABILITY CONSIDERATIONS IN PRESSURE GAUGES

Considerations various aspects of its design, manufacturing, & lifecycle impact. Gauges made of environment friendly; materials that are easy to recycle or biodegrade at the end of the gauge's lifespan.

- *Diagnosi dei guasti e analisi delle cause principali: I manometri dotati di intelligenza artificiale sono in grado di diagnosticare i guasti e identificare le cause dei problemi analizzando i dati di pressione insieme ad altre fonti di dati rilevanti, il che aiuta a semplificare le attività di risoluzione dei problemi e di manutenzione per una più rapida risoluzione dei problemi.*
- *Sistemi di autoapprendimento: incorporano tecniche di apprendimento automatico per migliorare continuamente le loro prestazioni e adattarsi alle mutevoli condizioni operative grazie alle esperienze passate e al feedback, questi sistemi possono diventare più efficaci nel rilevare le anomalie e prevedere i guasti.*

3.2 CONSIDERAZIONI SULLA SOSTENIBILITÀ NEI MANOMETRI

Considerazioni su vari aspetti della progettazione, della produzione e dell'impatto del ciclo di vita. Misuratori realizzati con materiali ecocompatibili, facilmente riciclabili o biodegradabili alla fine del ciclo di vita del misuratore.

4 CONCLUSIONS

Industries continue to embrace the evolving technologies & explore the possibility of leveraging the benefits of Wireless (Smart) gauges, Artificial Intelligence and sustainability considerations, to deliver the best-in-class experiences and reshape the way businesses manage air pressure, making processes more agile (responsive to changing conditions) & supporting sustainable environment.

Evolution is the key to success & sustainability.... whether a human, or an instrument (Analog Pressure Gauge).

THANK YOU

4 CONCLUSIONE

Le industrie continuano ad abbracciare le tecnologie in evoluzione e ad esplorare la possibilità di sfruttare i vantaggi dei Misuratori Wireless (Smart), dell'Intelligenza Artificiale e delle considerazioni sulla sostenibilità per offrire le migliori esperienze della categoria e ridisegnare il modo in cui le aziende gestiscono la pressione dell'aria, rendendo i processi più agili (reattivi alle condizioni mutevoli) e supportando un ambiente sostenibile. L'evoluzione è la chiave del successo e della sostenibilità.... sia un essere umano, sia uno strumento (Manometro analogico).

GRAZIE